Anatomische, bakteriologische und chemische Untersuchungen über die Entstehung der Zahnkaries.

Inaugural-Dissertation

verfaßt und der

Hohen philosophischen Fakultät

der

Kgl. Bayer. Julius-Maximilians-Universität Würzburg

zur

Erlangung der Doktorwürde

vorgelegt am 4. März 1914

von

K. Niedergesäß,
approb. Zahnarzt zu Würzburg.

München 1915.
Druck von R. Oldenbourg.

Anatomische, bakteriologische und chemische Untersuchungen über die Entstehung der Zahnkaries.

Inaugural-Dissertation

verfaßt und der

Hohen philosophischen Fakultät

der

Kgl. Bayer. Julius-Maximilians-Universität Würzburg

zur

Erlangung der Doktorwürde

vorgelegt am 4. März 1914

von

K. Niedergesäß,
approb. Zahnarzt zu Würzburg.

R. UNIV. BIBLIOTHEEK LEIDEN

München 1915.
Druck von R. Oldenbourg.

Referent: Geheimer Hofrat Prof. Dr. Gregor Kraus

Vorbemerkung.

Auf Veranlassung von Herrn Professor Dr. K. B. Lehmann beschäftigte ich mich seit dem Oktober 1912 mit Untersuchungen über die Zahnkaries. Meine Versuche begannen mit den im zweiten Teil niedergelegten botanisch-chemischen Studien. Neben diesen Versuchen kam ich auf die Frage der Eintrittspforte der Karieserreger. Meine Beobachtungen in dieser Richtung bilden naturgemäß den ersten Teil der Arbeit.

Meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Professor Dr. K. B. Lehmann, der den Plan für diese Arbeit entworfen hat und mich unausgesetzt in den bakteriologischen und chemischen Fragen mit Rat und Kritik unterstützt hat, für seine viele Mühe meinen herzlichsten Dank.

Herrn Dr. Lang, I. Assistenten am Hygienischen Institut zu Würzburg, bin ich für die Kontrolle meiner chemischen Analysen und für seine tatkräftige unterstützende Hilfe in vielen Fragen größten Dank schuldig.

Herrn Geheimrat Professor Dr. Kraus spreche ich für die gütige Übernahme des Referats meinen ergebensten Dank aus.

Herrn Tierarzt Dr. Auernheimer danke ich für die Überlassung tierischen Untersuchungsmaterials.

Herrn Hofrat Professor Dr. Michel für die Überlassung menschlichen Materials.

I. Teil.

Die Schmelzsprünge der normalen Menschen- und Tierzähne.

Erste Beobachtungen.

Beim Nachdenken über die Wege für das Eindringen der Zahnkarieserreger erinnerte ich mich, bei genauer Betrachtung der Zähne meiner Patienten, in meiner zahnärztlichen Tätigkeit des öfteren Schmelzsprünge gesehen zu haben. Mit der Lupe hatte ich bereits in früherer Zeit im Kiefer sitzende und auch extrahierte Zähne untersucht und festgestellt, daß sich die verschiedenartigsten Sprünge an allen Teilen der Zahnkrone vorfanden. Auch war mir damals schon die beträchtliche Anzahl derselben aufgefallen, und ich hatte den Verlauf derselben bis tief unter das Zahnfleisch verfolgen können. Diese Beobachtungen kontrollierte ich folgendermaßen: Äußerlich unverletzt aussehende, wohlgepflegte Gebisse mir bekannter Zahnärzte untersuchte ich mit bloßem Auge und mit der Lupe Zahn für Zahn. Die Resultate dieser eingehenden und umfangreichen Studie zeichnete ich auf und verglich sie untereinander, wobei mir ganz überraschende Zahlenunterschiede im Vorhandensein von Sprüngen entgegentraten. Besonders die vom Zahnarzt als „Glaszähne" bezeichneten und wegen ihrer Sprödigkeit bei der Extraktion gefürchteten Zähne wiesen eine mitunter enorme Anzahl von Sprüngen auf. Besonderes Interesse erregte die Betrachtung eines aus herrlichen Glaszähnen bestehenden Gebisses, an dem ich keine kariöse Stelle finden konnte, dessen Zähne aber übersät von Sprüngen waren. Die vorderen Schneidezähne erweckten den Eindruck, als seien sie aus lauter feinsten Splitterchen kunstvoll zusammengesetzt. Die einfache Feststellung der Sprünge befriedigte mich in keiner Weise. Ich machte Herrn Professor Dr. Lehmann von meinen Beobachtungen Mitteilung, worauf er mir sofort

vorschlug, die Sprünge der Zähne mit Fuchsin und Silbernitrat zu färben und so photographierbar zu machen.

Anmerkung: Einige Orientierungsversuche setzte ich auf Anraten von Herrn Dr. Lang, I. Assistent am Hygienischen Institut Würzburg, an die ich, ehe ich zu den Färbeversuchen übergehe, kurz erwähnen will. Sogleich nach der Extraktion befestigte ich einen Zahn, an dem zwar Schmelzsprünge, aber keine anderen Defekte zu sehen waren, mit einem Kitt aus Mennige in einem Glastrichter in der Weise, daß die Wurzelspitze nach unten in das Trichterrohr reichte, der Zahnkronenteil frei über den Mennigekitt herausragte. Nachdem der Kitt erhärtet war, verband ich das Trichterende mit einer Saugpumpe. Über den Zahnkronenteil goß ich wässeriges Fuchsin und konnte bei zwei unter sechs Versuchen einwandfrei feststellen, daß aus der Wurzel das wässerige Fuchsin heraustropfte.

Auch habe ich Zähne gekocht und gesehen, daß aus allen Teilen der Zahnkrone Bläschen entwichen; denselben Versuch habe ich auch mit glatten und gerippten Glas- und Eisenstäbchen angestellt und den Eindruck gewonnen, als ob in diesen letzteren Versuchen weit weniger Gasblasen aufstiegen.

Ich gehe jetzt zur Beschreibung der Färbeversuche über, die ich wegen ihrer Einfachheit und Genauigkeit als besonders wertvoll ansehe. Bemerken möchte ich, daß ich außer Fuchsin und 1% Argentum nitricum noch Graphit, Ruß und Tusche zum Sichtbarmachen der Sprünge verwandte, ohne damit etwas besonderes zu erzielen.

Bei dem Färben der Zähne ging ich folgendermaßen vor (s. Fig. 1):

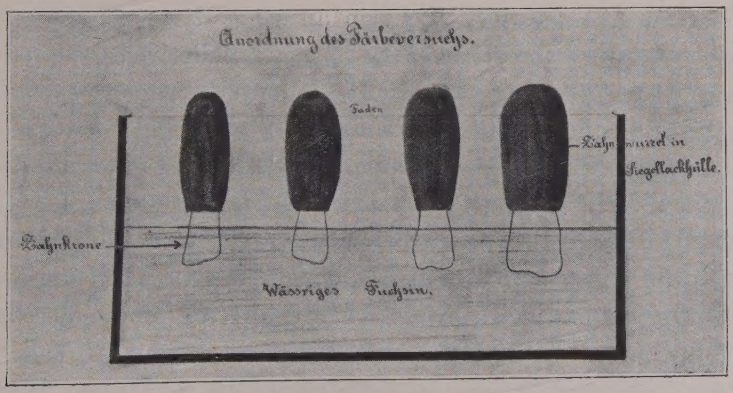

Fig. 1.

Sofort nach der Extraktion legte ich zwei Versuchszähne mit Sprüngen in physiologische Kochsalzlösung, um jeden Einwand, daß die Sprünge Eintrocknungserscheinungen seien, zu entkräften. In ein Glasgefäß füllte ich wäßriges Fuchsin und überspannte dasselbe mit einem Seidenfaden, den ich an seinen Enden mit Siegellack am Glasgefäß befestigte. Die Zahnwurzeln der aus der physiologischen Kochsalzlösung genommenen Zähne umgab ich mit Siegellack und hing nun die Zähne in der Weise auf, daß die Zahnkrone in die Fuchsinflüssigkeit hineinragte, die Zahnwurzel mit ihrer Siegellackhülle frei über die Flüssigkeit herausragte. (Die Zeit, die zwischen Extraktion und dem Verbringen in die Farblösung lag, überstieg nie 10 Minuten.) Nach 24 Stunden fand ich bei Zahn 1, einem unteren seitlichen Schneidezahn, nach sorgfältigem Abspülen mit Wasser und Abtrocknen mit Watte, 4 Sprünge. Sprung 1 zog von der labialen Seite ansetzend im Bogen über die distale Seite hinweg und zeigte eine beträchtliche Länge, bis tief unter das Zahnfleisch. Sprung 2 und 3 lagen nur auf der labialen Seite, sie zeigten einen fast parallelen Verlauf. Ihre Länge und Tiefe war unbedeutend. Sprung 4 befand sich auf der medialen Seite und verlief ebenfalls in gerader Richtung. Die Betrachtung des Zahnes vor der Färbung hatte nur 2 Sprünge ergeben, die beiden auf der labialen Fläche liegenden Schmelzsprünge wurden erst durch die Färbung sichtbar. — Zahn 2, ebenfalls ein unterer seitlicher Schneidezahn, zeigte nach 24 Stunden in wäßrigem Fuchsin an seiner Krone nur 2 Sprünge, die beide auf der distalen Seite lagen. Meine weiteren Beobachtungen an 20 frisch extrahierten Menschenzähnen gebe ich in folgender Tabelle wieder. (Tabelle I.)

Ich möchte noch erwähnen, daß Pickerill (Otago) in seinem Buche „Verhütung von Zahnkaries und Mundsepsis", deutsch von Dr. Neumann, Wien 1913, bereits die Zähne ihrer Festigkeit nach auf äußeres Aussehen hin eingeteilt hat. Auf diese Arbeit wurde ich von Herrn Professor Michel am Ende dieses Teiles meiner Arbeit Juli 1913 aufmerksam gemacht, 3 Tage bevor Herr Professor Dr. K. B. Lehmann die vorläufige Mitteilung über meine Studien in der physikalisch-medizinischen Gesell-

Tabelle I.

Zahn	medial	distal	labial	lingual	Summa	Zahn	medial	distal	labial	lingual	Summa
1	1	2	2	0	5	11	1	2	1	0	4
2	1	1	2	0	4	12	0	1	2	2	5
3	3	0	1	0	4	13	0	2	2	2	6
4	2	1	2	0	5	14	2	1	1	1	5
5	1	2	2	0	5	15	1	1	1	2	5
6	1	0	3	1	5	16	1	1	2	0	4
7	0	2	2	2	6	17	1	1	2	0	4
8	1	0	2	2	5	18	2	0	1	2	5
9	1	1	1	2	5	19	1	2	1	0	4
10	2	0	2	1	5	20	2	0	2	1	5

schaft vortrug. Für diesen Vortrag hatte ich seit Wochen Photographien, Tafeln und gefärbtes Zahnmaterial vorbereitet, meine Hauptbefunde sind im Januar 1913 gemacht. Pickerill teilt die Zähne ein in:

1. Native Zähne (wie sie bei unzivilisierten Völkern vorkommen), und setzte hinzu, diese seien fast immun gegen Karies;
2. sklerotische Zähne (charakterisiert durch ihre Härte), gelblich gefärbt und immun, und
3. malakotische (weiche) Zähne, charakterisiert durch ihre weiße Färbung und besondere Empfänglichkeit für Karies.

Diese Angaben stimmen mit meinen und den Beobachtungen anderer. S. 63 beschreibt nun Pickerill pathologische Sprünge an malakotischen (weichen) Zähnen. An Hand einer Photographie zeigt er tiefe Fissuren in einem oberen Praemolaris und spricht sich dahin aus, „daß durch Traumen oder Temperaturschwankungen an malakotischen Zähnen Sprünge entstehen können“. Weiter finden sich bei Pickerill keine Angaben. Pickerill scheint zu seinen Beobachtungen nur malakotische (ausgesucht weiche Zähne) gewählt zu haben, also pathologisches Material. Ich aber habe gesundes, normales Material gewählt, und zwar konnte ich durch die Liebenswürdigkeit mehrerer Würz-

burger Kollegen 60 wegen Stellungsanomalie geopferte sonst gesunde Zähne untersuchen. Diese 60 Zähne wurden im Gegensatz zu den Zähnen in Tab. 1 allerdings nicht sofort nach der Extraktion untersucht, weshalb ich sie als lufttrocken bezeichne. Ich fand bei keinem Zahn weniger als 4 Sprünge. Kurz sei hier angegeben, daß ich auf die Untersuchung von Leichenzähnen verzichten mußte, weil das in die Anatomie eingelieferte Material, was Zahnverhältnisse anbetrifft, fast ohne Ausnahme schlechte Zähne aufwies. Auch hätte ich frühestens 3 Tage nach dem Tode an meine Untersuchungen herangehen können, was dann wieder zu Einwendungen Berechtigung gibt.

Ich verdanke Herrn Professor Dr. K. B. Lehmann die Anregung, statt an den schwer zu erhaltenden Menschenzähnen meine weiteren Untersuchungen an Tier- vor allem Rinderzähnen vorzunehmen. Es sprechen dafür folgende Gründe:

1. In der Tierheilkunde schien über die Durchlässigkeit des Zahnschmelzes nichts Näheres bekannt — also war Neues zu finden.
2. Die Rinderzähne boten wegen ihrer Größe sowohl eine bequeme wie sichere Beobachtung.
3. Gestattete mir das Entgegenkommen des Herrn Schlachthaustierarztes Dr. Auernheimer in Würzburg eine gewisse Aufsicht über die Behandlung der Tiere vor und nach dem Schlachten, so daß ich jede Verletzung der Kiefer resp. Zähne von seiten der Schlächter sofort bemerken und das Material als unbrauchbar zurückweisen konnte.
4. War brauchbares Material jeden Alters in beliebiger Menge vorhanden.
5. Wird jeder zugeben müsen, daß Beobachtungen an Menschenzähnen, die durch Extraktion aus dem Kiefer entfernt wurden, selbst bei peinlichster Beachtung sämtlicher Vorsichtsmaßregeln stets Bedenken haben. Unzweifelhaft können bei Zahnextraktion durch die Zangengewalt Schmelzverletzungen entstehen.

Es gelang mir, gleich zu Beginn meiner Arbeit, einen frischen 7 Monat alten Rinderfötus zu erhalten und so Fötuszähne zu untersuchen. Mit scharfem Messer trennte ich den Kopf vom Rumpfe, um so handlicher damit umgehen zu können. In den Kieferwinkeln befestigte ich Wattepfröpfe, um das Maul auf das schonendste offen zu halten. Danach bestimmte ich durch vorsichtiges Abtasten der Kieferränder die Lage der Zähne, öffnete mit stumpfem Instrument unterhalb der Reihe der Fötuszähne den Kiefer und hob nun leicht aus der weichen Umhüllung die sich wie Horn anfühlenden Zähnchen heraus, entfernte die Pulpa, spülte die Zähnchen mit Wasser ab und trocknete sie mit Watte. Zur Untersuchung suchte ich 4 Zähnchen aus, von denen ich bestimmt annahm, daß sie durch keine äußeren Einwirkungen Schaden erlitten hatten. Ich führte meine Untersuchungen stets so aus, daß ich vor dem Versuch die Zähne betrachtete, alles mir bemerkenswert Erscheinende aufzeichnete und nach dem Versuch Beobachtungen nach allen Richtungen anstellte, die ich bei den Versuchen selbst jedesmal mit angeben werde. Um ein unerwünschtes Eindringen von Farbflüssigkeit, mit der ich Versuche anstellte, durch die Wurzel zu verhindern, traf ich die verschiedensten Vorsichtsmaßregeln, die ich stets mit beschreibe. Als Wurzelverschlüsse wählte ich zur Hälfte heißen Siegellack, zur Hälfte einen kalten Kitt aus Bleiglätte, um auf diese Weise Wärmeeinwirkungen auf den Schmelz studieren zu können und hängte sie mit der Krone 12, 48, 72 Stunden in Farbflüssigkeit, um einerseits die Schnelligkeit des Eindringens der Farbflüssigkeit zu kontrollieren und um anderseits Schmelzbeschädigungen wahrzunehmen, die vielleicht erst nach längerem Verbleiben in einer Farblösung sichtbar werden. Ich schildere ausführlich einen Versuch:

Fötuszahn 1. Sieben Monate alt, unverletzt, hornartige Beschaffenheit, biegsam, Wurzelteil wenig ausgebildet, Pulpahöhle sehr weit, Schmelzlage sehr dünn, wurde, mit einem Siegellackverschluß versehen, in wässerige Fuchsinflüssigkeit, wie Fig. 1 zeigt, verbracht. Nach 24 Stunden sorgfältig abgespült, abgetrocknet, der Siegellackwurzelhülle beraubt und betrachtet. Der ganze Zahn zeigt eine gleichmäßige Rötung; Sprünge waren

nicht wahrzunehmen. Ich zerschnitt ihn mit der Schere und fand folgendes. Der Schmelz war rot gefärbt, das Dentin schwach gerötet und nur an zwei Stellen in der Gegend des Zahnhalses stärker rot gefärbt. Eine genaue Betrachtung des überliegenden Schmelzes ergab, daß auch er an jenen Stellen etwas intensiver rot erschien, was vielleicht mit der dünnen Schmelzlage in der Zahnhalsgegend in Zusammenhang zu bringen ist. Der Wurzel-

Fig. 2.

teil war ungefärbt, ein Zeichen, daß kein unerwünschtes Eindringen von Farbflüssigkeit von dieser Seite her stattgefunden hatte. Fließpapier und Watte zeigten bei dem Austrocknen der Dentininnenseite Spuren von Fuchsin. Die mehrfache Wiederholung des Versuches, auch mit Mennigewurzelverschluß, gab das gleiche Resultat. Auch einige sorgfältige Versuche, bei denen ich 7 Monat alte Fötuszähne 48 und 72 Stunden in Farblösungen eintauchte, ergaben nichts Neues. Meist war Schmelz und Dentin am Zahnhals etwas stärker gerötet, Sprünge waren nicht zu sehen.

Fig. 2 zeigt einen Fötuszahn, 7 Monate alt, 24 Stunden in wäßrigem Fuchsin. Man sieht die gleichmäßige Durchtränkung

des Schmelzes und des Dentins und die in der Gegend des Zahnhalses auftretende intensivere Rötung. (Bild nicht tadellos.)

In der Literatur fand ich hierüber folgendes: Über den Schmelz der Menschenzähne berichtet Scheff in seinem Handbuch für Zahnheilkunde, Bd. I, 1909 (Hölder, Leipzig), primärer Schmelz von Menschenzähnen sei stark färbbar. Was Tierzähne anbetrifft, so kann ich diesem im wesentlichen zustimmen, die stärkere Farblösungsdurchlässigkeit in der Zahnhalsgegend führe ich auf die geringe Schmelzlage in dieser Gegend zurück. Ferner habe ich gezeigt, daß bei den zarten Zahngebilden Wärmeeinwirkungen nicht so schädlich sind wie man bisher annahm. Endlich kann man mit gutem Grunde aus meinen Versuchen schließen, daß der Zahn bei seinem Durchtritt durch das Zahnfleisch noch keine völlig undurchlässige Schmelzhülle besitzt, was ich in den folgenden Versuchen weiter beweisen werde.

Sodann wurden Zähne, welche mit halber Zahnkrone im Maule junger Kälber standen, auf Sprünge untersucht und festgestellt, daß besonders seitlich, also medial und distal, Sprünge vorhanden waren, deren Entstehungsursache nach der Lage der Sprünge zu urteilen, vielleicht in mechanischen Verletzungen zu suchen war. Um nun alle Bedenken zu zerstreuen, diese Sprünge könnten durch die Herausnahme aus dem Kiefer entstanden sein, färbte ich ganze Gebisse. Untersucht und verglichen wurden gefärbte und ungefärbte Gebisse. Da es unmöglich und bei ihrer guten Übereinstimmung unnötig ist, alle Versuche, die ich ansetzte, hier zu beschreiben, will ich nur eine genaue Betrachtung einiger Zähne vor der Färbung und nach der Färbung geben. Alle übrigen wichtigeren Untersuchungen sind nur in einer Tabelle mitgeteilt.

Zahn 1. Halb mit der Zahnkrone in der Mundhöhle stehend, wies deutlich 2 Sprünge auf, die seitlich labial ansetzten und im Bogen über die distale Seite bis tief unter das Zahnfleisch verliefen. Mechanische Verletzung und Abkauung war nicht vorhanden. Der Zahn stand gedreht in der Mundhöhle. Mit scharfem Messer löste ich sorgfältig den Zahn aus dem Kiefer und stellte weitere Sprünge auch auf der labialen Seite fest, medial konnte ich einen Sprung nachweisen, der einen gebogenen Ver-

lauf nahm. — Daraufhin extrahierte ich die Pulpa und verschloß die Zahnwurzel mit einer Siegellackhülle und verbrachte ihn in eine 1 proz. Argentum nitricum-Lösung Den Versuch beschloß ich nach einer 24 Stunden langen Einwirkung der Silberlösung im dunklen Raume. Auch den Wurzelverschluß löste ich in einer Dunkelkammer, spülte den Versuchszahn daselbst sorgfältig ab und brachte ihn darauf an das Tageslicht. Nach 5 Minuten stellte sich die Dunkelfärbung ein, bei späteren Versuchen je nach der Helle des Lichtes etwas früher oder später. An Sprüngen stellte ich die bereits beschriebenen zwei distalwärts liegenden fest, ferner labial zwei mehr geradlinig verlaufende Längssprünge und medial einen bogenförmigen Sprung. Bis auf einen distalwärts liegenden Riß besaßen alle eine geringe Tiefe. Mit einer Säge zerschnitt ich den Zahn, um die Tiefe der Sprünge zu kontrollieren und fand die Tiefe der Sprünge wie angegeben[1]), den Schmelz sah ich zur Hälfte bläulich angelaufen, den Dentinteil ungefärbt, wie die Wurzel, deren Hülle noch dünn war.

Die Tabellen II und III geben in Kürze die Resultate der Sprunguntersuchung an 20 Rinderzähnen.

Aus der Tabelle II und III geht die Häufigkeit und die Lage der Sprünge bei Zähnen, die sehr kurze Zeit im Gebrauch standen, hervor. Auch ließ ich die Farblösungen länger als 24 Stunden, 48, 72 Stunden, ja bis zu 5 Tagen einwirken. Die Tabellen will ich nicht angeben, nur bemerken, daß bei weiteren 20 Versuchszähnen in Summa 4 Sprünge mehr nach Einwirkung einer 1 proz. Argent. nitric.-Lösung vorhanden waren, als in Tabelle II. Tabelle IV bezieht sich auf Zähne in situ. Abgesägte Oberkieferteile vom Rind mit 8 nach der Schlachtung nicht mehr berührten Zähnen. Zur Untersuchung wurden von jeden der 10 Rindergebisse nur 2 halb in die Mundhöhle hineinragende Zähne herangezogen.

Nachdem ich meine Untersuchungen über Schmelzdichte und Schmelzsprünge an halb durchgebrochenen Zähnen beendet hatte, berechnete ich die Tiefe der Sprünge auf folgende Weise: 50 Zähne, die zum Teil mit 1% Argent. nitric., zum Teil mit

1) Die Tiefe der Sprünge stellte ich auch sonst in vielen Versuchen durch Zersägen der Zähne fest.

Tabelle II.

20 Rinderzähne, halb in der Mundhöhle stehend, auf Sprünge untersucht.

a) im Kiefer stehend . . . . . 45 Sprünge,
b) aus dem Kiefer entfernt . . . . . 46 Sprünge,
c) gefärbt 24 Stunden mit 1% Argent. nitric. . 61 Sprünge.

Zahn	a) Sprünge	b) Sprünge	c) Sprünge nach der Färbung	Zahn	a) Sprünge	b) Sprünge	c) Sprünge nach der Färbung
1	4	4	6	11	1	1	2
2	5	5	7	12	2	2	2
3	2	2	3	13	1	1	2
4	3	4	5	14	0	0	0
5	1	1	2	15	2	2	3
6	0	0	1	16	2	2	4
7	4	4	4	17	3	3	3
8	2	2	2	18	1	1	1
9	6	6	6	19	1	1	1
10	3	3	4	20	2	2	3

Zusammen 61 oder pro Zahn 3 Sprünge.

Tabelle III.

20 Jungrinderzähne auf die Lage der Sprünge untersucht, nach Einwirkung einer 1proz. Argent. nitric.-Lösung, 24 Stunden.

Zahn	distal	medial	labial	Summa	Zahn	distal	medial	labial	Summa
1	2	1	3	6	11	2	1	0	3
2	1	0	1	2	12	0	2	2	4
3	1	1	1	3	13	4	3	0	7
4	4	0	0	4	14	1	1	0	2
5	2	3	1	6	15	3	1	0	4
6	1	2	0	3	16	2	1	1	4
7	0	1	1	2	17	0	1	0	1
8	0	0	0	0	18	1	1	2	4
9	2	4	1	7	19	2	0	1	3
10	3	0	1	4	20	3	1	1	5

Distal 34, medial 24, labial 16, Summa 74 Sprünge oder pro Zahn etwa 4 Sprünge.

Tabelle IV.

Lage und Zahl der Sprünge bei Jungrindergebissen, halbdurchgebrochene Zähne in situ gefärbt.

Gebiß	Zahn	distal	medial	labial	Summa	Gebiß	Zahn	distal	medial	labial	Summa
I	1	2	1	2	5	VI	1	2	1	2	5
	2	3	1	0	4		2	1	0	0	1
II	1	2	2	1	5	VII	1	1	2	1	4
	2	0	1	0	1		2	2	0	1	3
III	1	2	1	0	3	VIII	1	1	0	0	1
	2	1	0	0	1		2	2	0	2	4
IV	1	1	2	1	4	IX	1	2	1	0	3
	2	3	1	1	5		2	2	0	2	4
V	1	1	1	0	2	X	1	4	2	1	7
	2	2	1	1	4		2	1	3	1	5

Distal 35, medial 20, labial 16, Summa 71, also pro Zahn etwa 4 Sprünge.

wäßrigem Fuchsin gefärbt waren, behandelte ich mit Sandpapier und Schleifstein. War es mir möglich, mit dem Sandpapier die Sprünge schnell zu entfernen, rechnete ich dieselben zu den oberflächlichen; gelang es mir erst, die Sprünge nach langer Zeit zu entfernen, so rechnete ich sie zu den tieferen; vermochte ich dieselben nur mit Hilfe des Schleifsteins zu entfernen, so rechnete ich sie zu den tiefen Sprüngen.

Vergleiche ich die halb durchgebrochenen Zähne mit den nicht durchgebrochenen, so finde ich:

1. Mit dem Alter nimmt der Schmelz der Rinderzähne an Undurchlässigkeit zu, er ist im ganzen wenig färbbar (Scheff behauptet, junger Schmelz sei gut färbbar, ich möchte dies auf Grund meiner Versuche etwas abschwächen).

2. Noch ehe der Zahn voll in die Mundhöhle eingetreten ist, treten Sprünge auf.

3. Diese Sprünge befinden sich auffallend oft an Stellen, die mit dem Kauakt nichts zu tun haben.

4. Die Tiefe der Sprünge ist meistens gering, selten beträchtlich, am seltensten sehr beträchtlich.

Tabelle V.

Die Tiefe der Sprünge bei halb durchgebrochenen Zähnen.

Zahn	oberfl.	tiefere	tiefe	Summa	Zahn	oberfl.	tiefere	tiefe	Summa
1	3	1	2	6	26	3	1	1	5
2	2	1	1	4	27	4	0	0	4
3	4	1	0	5	28	2	1	1	4
4	3	2	0	5	29	2	0	1	3
5	2	2	1	5	30	6	2	1	9
6	1	0	0	1	31	3	2	0	5
7	2	0	1	3	32	2	1	0	3
8	0	2	2	4	33	4	0	0	4
9	3	4	1	8	34	6	2	1	9
10	6	2	2	10	35	3	0	0	3
11	2	3	0	5	36	1	3	1	5
12	4	1	1	6	37	2	1	3	6
13	3	2	0	5	38	3	3	1	7
14	4	1	1	6	39	4	0	1	5
15	2	3	0	5	40	2	0	0	2
16	0	1	2	3	41	3	2	2	7
17	1	2	0	3	42	1	0	1	2
18	3	4	1	8	43	0	0	2	2
19	2	2	0	4	44	3	1	2	6
20	2	1	1	5	45	1	2	1	4
21	4	3	1	8	46	3	1	0	4
22	4	5	0	9	47	3	2	1	6
23	2	3	1	6	48	4	0	0	4
24	3	1	0	4	49	2	3	0	5
25	2	3	0	5	50	3	1	1	5

Oberflächlich 136, tiefere 78, tiefe 39, Summa 253, d. h. pro Zahn 5.

Fig. 3 zeigt einen Rinderersatzzahn, einige Zeit im Gebrauch, mit zahlreichen auch am Kauakt nicht beteiligten Stellen (48 Std. in 1% Argent. nitric.).

Fig. 4 zeigt die Schmelzundurchlässigkeit eines Zahnes, ähnlich verhalten sich etwa 25 Rinderersatzzähne.

Zum Schlusse will ich noch in einer Tabelle zwei Gebisse alter Rinder besprechen.

Fig. 3.

Tabelle VI.

Gebiß alter Rinder ungefärbt.

rechts 4 3 2 1		1 2 3 4 links	
	Sprünge		Sprünge
1 rechts	18	1 links	25
2 rechts	13	2 links	17
3 rechts	21	3 links	9
4 rechts	19	4 links	14
rechts 4 3 2 1		1 2 3 4 links	
1 rechts	19	1 links	16
2 rechts	21	2 links	13
3 rechts	12	3 links	14
4 rechts	14	4 links	22

Also haben alte Tiere statt 3—5 9—25 Sprünge in jedem Zahn.

Auf diese Weise untersuchte ich noch sehr viele Gebisse, alle mit ähnlichem Resultat.

Fig. 5 zeigt einen Rehzahn mit Sprüngen.

An Rehzähnen nahm ich Versuche vor, um den Gedanken zu prüfen, ob vielleicht durch unzweckmäßige Nahrung des Men-

Fig. 4.

schen oder der Rinder die Sprünge entstünden? und sie bei Wegfall der warmen Kost fortfielen. Die Sprünge fanden sich aber in genau demselben Maße wie beim Rinde, ebenso die mechanischen Verletzungen und die physiologische Abkauung. Einige Untersuchungen an Katzengebissen, besonders an jungen Tieren, förderten dieselben Ergebnisse. Besonders sind im Doppelmikroskop feinste Sprünge gut nachweisbar. Die Ergebnisse über diese Schmelzstudien fasse ich am Schlusse des II. Teiles der Arbeit zusammen.

II. Teil.

Untersuchungen über den Karieserreger.

Die zahnärztliche Universitätsklinik zu Würzburg (Direktor Professor Dr. Michel) stellte mir zu Studienzwecken ihr gesamtes Material zur Verfügung, ebenso einige Würzburger Kollegen.

Fig. 5.

Ihnen allen bin ich zu bestem Dank verpflichtet. Zu meinen Untersuchungen durfte ich nur Zähne mit kleinen kariösen Herden, an denen keinerlei Pulpaerkrankungen vorhanden waren, verwenden, ja, der kariöse Herd sollte sich auch nicht allzusehr in Pulpanähe befinden.

Mikroskopische Untersuchungen.

Der kariöse Inhalt des Zahnes zeigte in oberflächlichster Schicht ein buntes Bakterienbild. Ich stellte fest, daß in den

weitaus meisten Fällen Stäbchenformen vorherrschten, und zwar fanden sich nebeneinander kurze, lange, schmale, dicke Stäbchen (in einigen mit Jod gefärbten Präparaten zahlreiche mit Jod blau werdende Formen); ferner wenig Kokken in Häufchen, selten in Reihen, gelegentlich einige Sarzinen und Spirillen und einzelne gegabelte Formen. In den tieferen kariösen Schichten fand ich mehr Mikrokokken als Stäbchen. Nach der tiefsten kariösen Schicht zu nehmen die Kokken immer mehr zu, und die Stäbchen verloren sich allmählich. In der tiefsten Kariesschicht fand ich nur Kokken. In der Tabelle VII gebe ich 20 mikroskopische Präparate aus tiefster kariöser Zahnschicht nach ihrem bakteriellen Inhalt an. Das Zeichen — deutet einen positiven Befund an.

Tabelle VII.

Nr.	Einzel-kokken	Diplo-kokken	Strepto-kokken	Nr.	Einzel-kokken	Diplo-kokken	Strepto-kokken
1		—		11		—	—
2		—		12		—	—
3			—	13			—
4			—	14			—
5	—	—		15			—
6			—	16			—
7		—		17			—
8			—	18			—
9			—	19		—	—
10		—	—	20			—

Allgemeines über meine Züchtungsversuche und Herstellung der Nährböden.

Ich komme nun zur Aufgabe der Züchtung der gesehenen, mit Methylenblau und Fuchsin färbbaren Organismen. Dabei habe ich stets die verschiedenen Schichten des kariösen Herdes möglichst genau getrennt und die tieferen immer erst mit aus-

geglühtem Exkavator entnommen, wenn ich die oberflächlicheren entfernt hatte. Ich unterscheide:

1. Oberflächlichste kariöse Zahnschicht (mit Watte fortnehmbar).
2. Oberflächliche kariöse Zahnschicht (mit Exkavator leicht entfernbar).
3. Tiefere kariöse Zahnschicht (beginnende Entkalkung).
4. Tiefste kariöse Zahnschicht und kariöse Vorherde (Dentin von normaler Härte).

Nach dem Lehrbuch von Lehmann-Neumann stellte ich mir gewöhnliche Bouillon, Traubenzuckerbouillon, Gelatine, Agar mit Traubenzucker- und Glyzerinzusatz her, ferner Kartoffeln, Pferde- und Taubenblutserum, Pferde-, Tauben- und Menschenblutagar und Milch.

Die Vorsichtsmafsregeln bei der Entnahme des Versuchsmaterials.

Sehr wenig Arbeiten enthalten darüber Angaben. Ich bin bei meinen Untersuchungen ähnlich wie Sieberth verfahren, habe aber noch Fehlerquellen zu vermeiden gesucht.

Bei meinen früheren Versuchen über Schmelzsprünge hatte ich das schnelle Eindringen von Fuchsin und anderen Farblösungen durch dieselben beobachtet, und da ich Schmelzsprünge an verschiedensten nicht vermuteten Stellen festgestellt hatte, mußte ich auf jede Verwendung von Aqua dest. zum Abspülen der Zähne verzichten. Daß das Reinigen eines Zahnes mit einem sterilen Tuche nicht genügte, stellte ich durch folgenden Versuch fest. Der zu untersuchende Zahn wurde mit einem im Trockenschrank sterilisierten Tuche abgeputzt. Auf 2% Traubenzuckeragarplatten wurde die Platinnadel, mit der vorher über den gereinigten Zahn gefahren wurde, abgestrichen und dieser Abstrich mit dem Drygalskispatel verteilt und die Platten in den 36° Brutschrank gestellt. Nach 24 Stunden zeigte sich bereits, daß das Zahnäußere

nicht keimfrei war. Ich mußte also eine andere Reinigung der Zahnaußenseite ausfindig machen, was ich weiter unten beschreibe.

Auch die Anwendung eines Desinfiziens verwarf ich auf Grund folgender Versuche:

1. Auf einen kariösen Herd ließ ich wäßriges Fuchsin einwirken und konstatierte nach 5 Minuten die Durchtränkung eines sehr großen Teiles des Herdes.

2a. Von einem kariösen Herde entnahm ich Material und verbrachte es auf Nährböden:

2b. Auf denselben kariösen Herd ließ ich 5 Minuten eine 5 proz. Karbolsäurelösung einwirken. Dann entnahm ich auch hiervon Material und beimpfte 4 weitere Platten; ich erhielt nur sehr spärliche Kolonien.

Bei meinen Untersuchungen verfuhr ich folgendermaßen:

Zuweilen umgab ich den ganzen Zahn mit Siegellack, sprengte ihn dann wie Sieberth mit Schraubstock, Hammer oder der in der Sieberthschen Arbeit angegebenen Zange und untersuchte mikroskopisch und kulturell. In den weitaus meisten Fällen umgab ich den Zahn mit einer Siegellackhülle, ließ den kariösen Herd frei, entnahm mit mehreren sterilen Exkavatoren nacheinander immer tiefere Dentinpartien. Dabei färbte ich stets auch Präparate, während ich Kulturen anlegte und konzentrierte meine Aufmerksamkeit speziell auf die tiefsten kariösen Schichten, die mikroskopisch nur noch eine arme Flora boten, um die Pioniere des Prozesses zu finden.

Das gewonnene Material brachte ich mit einer Platinnadelspitze auf 4 Traubenzuckeragarplatten in der Weise, daß ich auf Platte 1 das Material mit dem Drygalskispatel verteilte, darauf mit demselben Spatel Platte 2, 3, 4 bestrich. Dann stellte ich die Platten in den 36° Brutschrank. Nach 24 Stunden betrachtete ich mit bloßem Auge bei geschlossenem Deckel die Kolonien und zeichnete mir die zu beobachtenden und zu beschreibenden verschieden aussehenden Kolonien an. Erst nach 48 Stunden stach

ich die Kolonien ab, strich sie wiederum auf Agarplatten aus und betrachtete die Bakterien gleichzeitig mikroskopisch. Die Übertragung von Nährboden zu Nährboden setzte ich solange fort, bis ich sicher Reinkulturen erhalten hatte. Diese Reinkulturen impfte ich auf 2% Traubenzuckerbouillon und von hier dann erst auf die verschiedensten Nährböden.

Am 3. Tage betrachtete ich die Platten wieder, stach ab, was mir verschieden erschien, und stellte sie dann auf 14 Tage zur Seite zum Zweck der Nachkontrolle.

Aufbewahrung der Platten in sauerstofffreiem Exsikkator.

Andere Resultate als bei aerober Kultur erzielte ich bei zahlreichen anaeroben Versuchen auch nicht. Die von mir isolierten Bakterien prüfte ich auf ihre Fähigkeit, anaerob wachsen zu können. In Tabelle XI gebe ich bei jedem Bakterium das Untersuchungsresultat hierüber an.

Aziditätsuntersuchungen.

Um zu prüfen, ob und welche Säuremenge die von mir isolierten Bakterien bildeten, gab ich in viele Röhrchen je 2% Traubenzuckerbouillon, sterilisierte dieselben 3 mal je ½ Stunde und stellte die Röhrchen 48 Stunden in den Brutschrank, um zu kontrollieren, ob Verunreinigungen wahrzunehmen seien. Die steril gebliebene Bouillon beimpfte ich mit den aus tiefster kariöser Schicht isolierten Reinkulturen und setzte sie in den 36° Brutschrank. Nach 24, 48, 72 Stunden wurden sie herausgenommen und mit $^1/_{10}$ Normalnatronlauge titriert (Indikator: Phenolphthalein). Unbeimpft gebliebene Kontrollröhrchen wurden ebenfalls titriert und die sich bei diesen ergebende Azidität abgezogen. Der Säurezuwachs wurde in $^1/_{10}$ Normalnatronlauge ausgedrückt. Für jeden Versuch bestimmte ich 12 Röhrchen, 3 zur Prüfung nach 24 Stunden, 3 nach 48, 3 nach 72 und 3 zur Kontrolle. Aus den sich ergebenden, meist sehr gut übereinstimmenden Werten zog ich die Mittel und gab sie in der Aziditätstabelle XII an. Die schnellste Entwicklung bemerkte ich auf 2 proz. Traubenzuckerbouillon.

Zum Vergleich mit meinen gefundenen Streptokokken (s. u.) isolierte ich mir aus mehreren stehen gelassenen und sauer gewordenen Milchproben den Streptococcus acidi lactici und verglich die von diesen gebildeten Aziditäten mit den durch die Zahnstreptokokken erzeugten Säuren.

Die Benennung meiner Stämme als St. pyogenes und acidi lactici machte mir manche Schwierigkeit. Ich bin der Saitoschen Arbeit: „Versuche zur Abgrenzung des Streptoc. acidi lactici von Streptoc. pyogenes und lanceolatus" gefolgt. Diese Arbeit stammt aus dem Hygienischen Universitätsinstitut Würzburg (Direktor Professor Dr. Lehmann). (Siehe Sieberth, Heim, Lehmann, Kruse, Saito.)

Wuchsen die Streptokokkenketten auf Traubenzuckerbouillon lang, zeigten die Einzelglieder eine kreisrunde Gestalt, löste sich der zentrifugierte Bodensatz von beimpfter Traubenzuckerbouillon durch 5% taurocholsaures Natron nicht, so bezeichnete ich den Mikroorganismus als Streptococcus pyogenes. Blieben aber die Ketten auf Traubenzuckerbouillon kurz (höchstens bis zu 6 Gliedern), zeigten die Einzelglieder eine ausgesprochen ovale Gestalt, löste sich der zentrifugierte Bodensatz von beimpfter Traubenzuckerbouillon in 5% taurocholsaurem Natron wenigstens teilweise, blieb die beimpfte Maus gesund, so nannte ich ihn Streptococcus acidi lactici. Bei allen Streptokokken wurde die Hämolyse bei jedem Stamm festgestellt. Die Hämolyse machte ich, indem ich entweder mit abgekühltem noch flüssigem Agar oder Glyzerinagar (siehe Lehmann-Neumann, Auflage V, S. 723) frisch entnommenes Menschen- oder Taubenblut vermischte (Agar: Blut — 3:1) oder das Blut auf dem erstarrten Agar ausstrich.

Ich gebe nun die Übersicht über die bakteriologischen Befunde an 27 untersuchten Zähnen, bei denen ich stets nur die tiefste kariöse Schicht untersuchte, meist habe ich nur eine, einige Male zwei Streptokokkenarten isoliert. In zwei Fällen (Versuch 2 und 14) habe ich auch Micrococcus pyogenes aureus daneben gefunden. In der Tabelle VIII fehlen Befunde über Zahn 9, 13, 17, 18. Es waren dies Zähne mit Pulpitis, über die ich besonders berichte.

Tabelle VIII.

Ergebnisse der bakteriologischen Untersuehung der tiefsten kariösen Zahnschichten. Alle gefundenen Bakterien waren bewegungslos und gediehen am besten auf 2% Traubenzucker-bouillon.

Nr.	Anzahl der isoliert. Arten	Diagnose	Pathogenität bei Mäuseimpfung	Sauerstoffbedürfnis	Hämolyse	Löslichkeit 5% taurocholsaur. Natron
1	1	Streptoc. pyog.	keine	anaerob u. aerob	keine	keine
2	1	»	Abszeß	besser anaerob	stark	»
3 I	2	»	»	»	»	»
II		Streptoc. acid. lact.	keine	aerob u. anaerob	keine	fast gel.
4	1	Streptoc. pyog.	Abszeß	besser anaerob	stark	keine
5 I	2	»	einige Tage krank	aerob u. anaerob	»	»
II		Microc. pyog.	keine	»	—	—
6	1	Streptoc. pyog.	Abszeß	»	stark	keine
7	1	»	keine	besser anaerob	»	»
8	1	»	Abszeß	aerob u. anaerob	»	»
9	1	Pulpitisunters. siehe weiter hinten unter Vers. IX.				
10	1	Streptoc. pyog.	Maus 3 Tage krank	anaerob u. aerob	stark	keine
11	1	»	keine	besser aerob	»	»
12	1	»	Abszeß	anaerob u. aerob	»	»
13	besonderer Streptokokkenversuch siehe weiter hinten.					
I		Streptoc. pyog.	Abszeß	aerob u. anaerob	stark	keine
14	2	Mikr. pyog. aur.	—	»	—	—
15	1	Streptoc. pyog.	Maus leicht krank	besser anaerob	stark	keine
16	1	» ac. lact.	keine	aerob u. anaerob	schwache	zum Teil gelöst
17 18	besondere Versuche siehe weiter hinten.					
19	1	Streptoc. pyog.	Abszeß	aerob u. anaerob	stark	keine
20	1	»	Maus krank	»	»	»
21	1	»	»	»	»	»
22	1	»	»	»	»	»
23	siehe unten.					
24	1	Streptoc. pyog.	Maus krank	aerob u. anaerob	stark	keine
25	1	»	»	»	»	»
26	1	»	»	»	»	»
27	1	»	Abszeß	»	»	»

Aus den beiden Tabellen VIII und IX folgt:

1. Die tiefsten Schichten des kariösen Herdes enthalten immer Streptokokken, dieselben sind fast ausnahmslos wenig pathogen, rundgliederig, langkettig, meist stark hämolytisch. Dieselben waren in taurocholsaurem Natron unlöslich.

2. 2 mal wurden Stämme daneben gefunden, die wegen ovaler Gestalt, kurzer Ketten auf Traubenzuckerbouillon, schwacher oder fehlender Hämolyse, teilweiser Löslichkeit in Nat. taur. als Streptoc. acidi lactici angesehen werden durften.

3. Alle untersuchten Streptokokken bildeten Säure, die meist nach 24 Stunden schon fast ihr Maximum erreicht hatte, von der Zeit ab war meist nur wenige Zunahme (etwa bis um 25%) zu verzeichnen.

Nach dem 3. Tag nahm die Säure überhaupt nicht mehr zu, wie besondere Versuche lehrten.

4. Der Gesamtsäurezuwachs schwankte zwischen 1,8 bis 4,8 ccm $^1/_{10}$ Normalsäure. Die beiden als Strept. acidi lactici bestimmten Stämme lieferten nicht mehr als die anderen, die aus Milch isolierten auch nicht.

5. Ob ½ oder 12% Traubenzucker zugesetzt war, blieb ohne wesentlichen Einfluß auf die gebildete Säuremenge, ein Beweis, daß nur wenig von den größeren Zuckermengen vergoren wurde.

Es erscheint also ein schwach virulenter Streptokokkus, meist vom Charakter des Strept. pyogenes, als konstanter Bewohner der tiefsten kariösen Schichten in Zähnen, wo von Pulpitis gar keine Rede ist. — Da der Organismus Säure bildet, so ist er als Karieserreger verdächtig.

Der Umstand, daß nach 48 Stunden, jedenfalls nach 72 Stunden, der Säuregehalt nicht mehr stieg, legte den Gedanken nahe, da ja bei dem höheren Zuckergehalt der Zucker nicht verbraucht sein konnte, daß die Streptokokken nach ca. 72 Stunden abstürben. — Es wurde dies experimentell bestätigt. Länger wie nach 3 Tagen wurde keine positive Abimpfung von 2% Traubenzuckerkultur mehr erhalten.

Es folgt nun die Übersicht der auf den verschiedenen Nährböden gebildeten Säuremenge.

Tabelle IX.

Streptokokkenstämme	0,5 % 24 Stunden	0,5 % 48 Stunden	0,5 % 72 Stunden	2 % 24 Stunden	2 % 48 Stunden	2 % 72 Stunden	4 % 24 Stunden	4 % 48 Stunden	4 % 72 Stunden	8 % 24 Stunden	8 % 48 Stunden	8 % 72 Stunden	10 % 24 Stunden	10 % 48 Stunden	10 % 72 Stunden	12 % 24 Stunden	12 % 48 Stunden	12 % 72 Stunden	Traubenzucker
I	—	—	—	3,4	3,0	3,4	3,1	3,2	3,6	2,3	2,3	2,6	—	—	—	—	—	—	
II	3,5	3,4	3,6	3,3	3,5	3,6	3,0	4,0	4,0	3,0	3,5	4,0	—	—	—	—	—	—	
III I	3,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,5	4,5	4,0	4,0	4,0	3,5	4,0	4,5	4,0	4,0	4,0	
III II	3,0	3,0	4,0	3,0	3,0	4,0	3,0	4,0	4,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	
IV	3,2	3,7	4,3	3,6	3,9	4,1	3,6	4,0	4,1	3,6	3,8	4,5	3,6	4,5	4,8	3,6	4,5	5,3	
V I	2,9	3,0	3,0	2,9	3,1	3,5	2,6	3,0	3,4	2,8	3,0	2,9	—	—	—	—	—	—	
V II	1,5	2,2	2,8	1,8	2,3	3,0	1,7	2,6	2,7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
VI	3,0	3,2	3,3	3,6	3,9	4,1	3,5	3,7	3,9	3,2	3,2	3,4	3,0	3,0	3,1	3,1	3,3	3,3	
VII	1,5	1,8	1,8	1,5	2,5	3,0	2,5	2,8	2,3	2,4	2,6	2,6	2,6	2,7	3,2	2,4	2,3	2,7	
VIII	2,4	2,8	2,9	2,6	2,9	3,0	2,4	2,9	3,0	2,4	2,9	3,5	2,7	2,9	2,9	2,4	2,6	2,6	
IX	Pulpitisuntersuchungen siehe weiter unten.																		
X	3,1	3,4	3,7	3,7	3,9	4,1	3,6	3,8	4,3	3,7	3,9	3,9	3,8	4,2	4,2	2,3	2,5	2,5	
XI	3,0	3,1	3,1	2,4	2,8	2,9	2,3	3,0	3,5	2,7	2,7	2,9	2,4	2,4	2,6	2,6	2,8	2,8	
XII	3,2	3,6	3,7	3,5	3,8	3,8	3,4	3,7	3,6	3,3	3,3	3,3	3,2	3,4	3,6	3,4	3,6	3,7	
XIII	siehe weiter unten.																		
XIV I	2,7	3,0	3,2	3,5	4,2	4,2	3,5	3,4	3,7	3,6	3,8	3,7	3,7	3,7	3,8	3,5	3,5	3,7	
XIV II	1,6	1,7	1,5	2,0	2,3	2,5	1,9	2,3	3,4	2,2	2,7	2,9	2,2	2,2	2,4	1,8	1,9	2,0	

Tabelle IX. (Fortsetzung.)

Streptokokkenstämme	0,5% 24 Stunden	0,5% 48 Stunden	0,5% 72 Stunden	2% 24 Stunden	2% 48 Stunden	2% 72 Stunden	4% 24 Stunden	4% 48 Stunden	4% 72 Stunden	8% 24 Stunden	8% 48 Stunden	8% 72 Stunden	10% 24 Stunden	10% 48 Stunden	10% 72 Stunden	12% 24 Stunden	12% 48 Stunden	12% 72 Stunden	Traubenzucker
XV	0,4	0,4	0,4	0,5	0,6	0,4	0,7	0,7	0,8	0,6	0,7	0,6	0,6	0,7	0,7	0,7	0,7	0,8	
XVI	4,3	4,7	4,7	4,4	4,5	4,5	4,2	4,4	4,4	3,8	4,0	4,0	4,3	4,3	4,6	2,2	2,5	2,9	
XVII/XVIII	Pulpitisuntersuchungen siehe weiter unten.																		
XIX	2,4	2,9	3,0	3,1	3,2	3,2	3,0	3,4	3,8	3,6	4,2	4,6	3,8	4,2	4,2	4,1	4,6	4,6	
XX	1,8	2,0	2,3	2,4	2,6	2,7	2,3	2,5	2,8	2,5	2,7	2,8	2,5	2,4	2,5	2,6	2,6	2,8	
XXI	3,2	3,6	3,6	2,9	3,2	3,5	4,1	4,3	4,7	3,4	3,9	4,6	2,7	3,2	3,7	2,6	2,9	3,5	
XXII	2,9	3,4	3,4	3,0	3,4	3,7	3,1	3,4	3,4	3,5	3,5	3,7	3,4	3,4	3,4	3,5	3,6	3,6	
XXIII	siehe weiter unten.																		
XXIV	2,5	2,5	2,7	3,2	3,5	4,3	3,0	3,1	3,4	2,7	2,7	2,9	2,9	2,9	3,1	3,1	3,4	3,3	
XXV	1,8	2,4	2,6	2,7	3,0	3,5	2,8	3,0	3,0	3,1	3,1	3,4	3,1	2,9	3,4	2,9	2,7	3,0	
XXVI	2,0	1,7	1,7	2,3	2,5	2,7	2,3	2,5	2,5	1,7	1,8	2,0	1,8	1,9	2,2	1,9	2,0	2,4	
XXVII	1,6	1,9	1,9	1,8	1,8	2,0	2,7	3,0	3,0	2,4	2,7	2,9	2,7	3,0	2,9	—	—	—	
XXVIII	1,6	2,3	2,5	1,3	2,0	2,9	1,8	2,4	2,6	1,6	1,8	1,8	1,8	1,8	2,0	3,6	3,7	3,7	Micr. pyog. aureus aus Eiter
XXIX[1])	3,7	3,8	3,8	4,1	4,4	4,6	3,6	3,8	3,8	3,6	3,7	3,7	3,7	3,7	4,3	—	—	—	Streptoc. acidi lactici aus Milch
XXX	1,8	2,7	3,5	2,7	3,0	3,0	2,4	2,6	2,6	2,0	2,1	2,1	1,9	2,0	2,1	—	—	—	Streptoc. pyogenes aus Eiter

[1]) Noch drei weitere Stämme von Streptoc. acidi lactici aus verschiedenen Proben saurer Milch gaben kein anderes Resultat wie XXIX.

War dies nicht ein Beweis gegen die Bedeutung der Organismen als Karieserreger? Konnte man nicht sagen, daß ein so empfindlicher Organismus unmöglich eine dauernde Wirkung entfalten könne? Zunächst mußte geprüft werden, ob nicht die einfache Abstumpfung der gebildeten Säure genügt, um die Lebensdauer zu vermehren. Auf Rat von Herrn Professor Lehmann impfte ich größere Kölbchen mit 1% Traubenzuckerbouillon, von denen die Mehrzahl einen Zusatz von 0,2 resp. 1,0 g Kalziumkarbonat erhielt. Die Versuche benutzte ich gleichzeitig zu einer Wiederholung meiner Versuche über die Lebensdauer ohne Kalk.

Längere Lebensdauer der Streptokokken auf Kalkkarbonatnährböden.

Ich isolierte aus tiefster kariöser Schicht eines Prämolaren einen Streptococcus pyogenes und stellte 9 Kölbchen her, die je 50 ccm 1% Traubenzuckerbouillon enthielten und die ich mit I, II, III, A, B, C, D bezeichnete.

Kölbchen I, II, III enthielt 50 ccm 1% Traubenzuckerbouillon.

Kölbchen A, B, C, D enthielt 50 ccm 1% Traubenzuckerbouillon und 0,5 g kohlensauren Kalk.

Beimpft wurde I, II, III, A, B, C, D. Die Abimpfung ergab nach 5 Tagen bei 36°: I, II, III keine Entwicklung (also abgestorben), A, B, C, D entwickelt; nach 6, 7, 8, 9, 10, 11 Tagen: I, II, III keine Entwicklung, A, B, C, D entwickelt; am 12. Tage: I, II, III, A, B, C, D keine Entwicklung mehr.

Die Untersuchungen wurden täglich durch mikroskopische Präparate kontrolliert.

Der Versuch ergibt eine sehr erhebliche Verlängerung der Lebensdauer, aber auch den unzweideutigen Beweis, daß die Streptokokken in Zuckerbouillon auch absterben — wenn auch verspätet — wenn sie nicht durch Säure geschädigt werden.

Die von den Bakterien aus Zucker gebildete Säure — vermutlich in erster Linie Milchsäure — mußte Kalziumkarbonat in Lösung bringen. Ich bestimmte die gelöste Menge in folgender Weise: Nach einer Anzahl von Tagen wurde der Rest des unge-

lösten Karbonats abfiltriert, 3 mal mit wenig warmem Wasser ausgewaschen und samt dem Filter auf dem Gebläse bis zur Gewichtskonstanz geglüht. Das gefundene CaO wurde mit $\frac{100}{56}$ multipliziert und von der Menge des angewandten Karbonats abgezogen. Meine Versuche ergaben:

Versuch I, II, III: 50 ccm 2% Traubenzuckerbouillon und 200 mg $CaCO_3$ ergaben verascht, daß sich $CaCO_3$ in Traubenzuckerbouillon nicht löst und vollständig erhalten bleibt.

Versuch IV: 50 ccm 2% Traubenzuckerbouillon und 200 mg $CaCO_3$ mit einem Streptokokkus beimpft, ergab, daß sich 191 mg $CaCO_3$ gelöst hatten.

Versuch V: 50 ccm 2% Traubenzuckerbouillon und 200 mg $CaCO_3$ mit einem Streptococcus pyogenes beimpft ergab, daß sich 195 mg $CaCO_3$ gelöst hatten.

Versuch VI: angesetzt wie IV und V ergab, daß sich 196 mg $CaCO_3$ gelöst hatten.

Nun nahm ich größere Mengen $CaCO_3$ und fand:

Versuch VII: 50 ccm 2% Traubenzuckerbouillon und 1000 mg $CaCO_3$ beimpft mit Strept. pyogenes — gelöst 220 mg $CaCO_3$.

Versuch VIII: wie Versuch VII, gelöst 232 mg $CaCO_3$.

Versuch IX: wie Versuch VII und VIII, gelöst 248 mg $CaCO_3$.

Die Streptokokken vermögen also erhebliche $CaCO_3$ in Lösung zu bringen. Wenn jemand meint, solche Mengen könnten die richtigen Karieserreger nicht bilden, denn sonst würden sich die Zähne sofort auflösen — wie mir einmal ein Kollege einwandte — so ist darauf leicht zu erwidern: Erstens sind diese Säuremengen in 50 ccm Traubenzuckerlösung gefunden, während in den tiefen Kariesherden nur sehr wenig Flüssigkeit Platz hat, also auch nur absolut wenig Säure gebildet wird. Der Speichel und der Kauakt entfernten aus den kariösen Herden die gebildete Säure, sie bringen aber anderseits stets frische Nährböden, deren diese empfindlichen Organismen fortwährend bedürfen. Während wir zur Erhaltung unserer Reinkulturen stets frische Nährböden mit Spuren der alten Kulturen impften, wird beim Kauen in die von einem Teil der Bakterien befreiten Zähne frischer Nährboden eingedrückt.

Zwei Nebenfragen habe ich noch studiert:

1. Gibt es außer dem Streptokokkus noch stärker Säurebildner in den verschiedenen Schichten kariöser Zähne, Organismen, die vielleicht nur in Zuckerbouillon wachsen, oder Organismen, die nur in Symbiose gedeihen etc. Zur Untersuchung impfte ich kleine und größere Teilchen kariöser Herde pulpakranker und nur lokal erkrankter Zähne direkt in ½, 1, 2, 3% usw. Traubenzuckerbouillon. Diese Röhrchen wurden nach 24, 48, 72 Stunden ebenfalls titriert.

Tabelle X.

Beimpft aus kariösen, gleichzeitig pulpitischen Zähnen.

Material-menge	Aziditäts-zunahme nach 72 Std.	Material-menge	Aziditäts-zunahme nach 48 Std.	Material-menge	Aziditäts-zunahme nach 24 Std.
1 Platinöse	2,5 n/$_{10}$NaOH	1 Platinöse	2,6 $^1/_{10}$NaOH	1 Platinöse	0,9 $^1/_{10}$NaOH
1	2,6	1	1,9	1	1,8
2	2,8	2	1,3	2	1,0
4	2,7	4	1,6	4	1,3
2	3,0	2	2,0	2	1,6
2	2,7	2	2,3	2	2,1
3	2,4	3	1,8	3	1,9
1	3,7	1	2,8	1	1,8
1	3,6	1	1,8	1	1,1
2	2,2	2	1,3	2	0,9

Tabelle XI.

Aus kariösen, nicht pulpitischen Zähnen.

1	1,8	1	1,1	1	0,6
1	2,8	1	1,5	1	1,0
2	3,3	2	2,1	2	1,4
4	1,6	4	2,0	4	1,3
2	2,3	2	2,3	2	1,6
2	4,0	2	2,5	2	2,3
3	3,4	3	2,8	3	1,8
1	2,3	1	3,7	1	0,7
1	2,3	1	2,3	1	1,8
2	1,5	2	1,8	2	0,6

Dies bedeutet: Bei Einimpfung von dem gemischten Inhalt kariöser Zahnhöhlen in Zuckerbouillon erhält man nie größere,

vielfach kleinere Säurewerte als bei Beimpfung mit Streptokokkenreinkulturen.

2. Habe ich einige kariöse Zähne mit Pulpitis auf ihren Gehalt an Mikroorganismen untersucht, gewissermaßen als Nachprüfung der Sieberthschen Arbeit. Ich berichte kurz über die einzelnen untersuchten Zähne:

Versuch I. Bikuspidat mit kleinem kariösen Herd und Pulpitis partialis superficialis. Es wurde gefunden:

Tabelle XII.

	In der erkrankten Pulpa	In den tiefsten kariösen Schichten	In den kariösen Vorherden
Agarplatte	Streptokokken	nichts	Streptokokken
Traubenzuckeragarplatte	»	Streptokokken	»
Glyzerinagarplatten . .	»	nichts	nichts

Es zeigt dieser Versuch wieder, wie so mancher andere, daß man auf traubenzuckerhaltigen Nährböden die Streptokokken leichter findet als wie ohne Traubenzuckerzusatz, und daß der Glyzerinzusatz hier keinen Wert hat.

II. Aus den Pulpenhörnern eines wegen Pulpitis in der zahnärztlichen Universitätsklinik extrahierten Zahnes strich ich Material auf vier Traubenzuckeragarplatten und drei Glyzerinagarplatten. Nach 48 Stunden bei 36° betrachtete ich die Kolonien, und es zeigte sich, daß alle Streptokokkenkolonien waren.

III. Von einer stark pulpitischen Pulpa entnahm ich Material und verbrachte es auf 4 Traubenzuckeragarplatten und 3 Glyzerinagarplatten. Nach 48 Stunden bei 36° stellte ich 3 Arten Kolonien fest, mikroskopisch fand ich außer Streptokokken noch verschiedene Stäbchenformen.

IV. Aus der zahnärztlichen Klinik erhielt ich einen Molaren, der nach Bloßlegung der Pulpa eine Gangrän des einen Pulpenhornes mit einem kleinen Stückchen des darunter liegenden Pulpagewebes zeigte. Die ganze Erkrankung umfaßte etwa 2 mm. Aus diesem Gangränherd impfte ich Material auf Traubenzucker- und Glyzerinagarplatten. Aus dem unter dem gangrösen Gewebe

liegenden etwas entzündeten Pulpagewebe entnahm ich ebenfalls Material für Traubenzucker- und Glyzerinagarnährböden. Nach 48 Stunden bei 36° zeigten die Platten, die aus dem pulpitischen Gewebe Material erhalten hatten, Streptokokkenkolonien. Die Platten dagegen, die mit gangränösem Material beimpft worden waren, zeigten mannigfache Kolonienformen. Mikroskopisch stellte ich Kurz- und Langstäbchen fest. Die Streptokokken waren in der Minderzahl vorhanden. Eine genauere Untersuchung habe ich nicht angestellt, da dieselbe außerhalb des Rahmens meiner Arbeit lag.

Es sind also in Übereinstimmung mit Sieberth in der entzündeten Pulpa jederzeit Streptokokken zu finden, anscheinend die gleichen wie sie in kariösem Zahngewebe vorhanden sind.

Ich habe auch einige Untersuchungen gemacht über die Bakterienflora alter kariöser Herde, insbesondere ihrer oberflächlichen Schicht. Dabei fand ich außer verschiedenen Bazillen, die ich nicht weiter studierte, noch den Micrococcus candicans, eine Sarcina weiße Art als häufigere Bewohner der kariösen Zahnherde. Seltener traf ich den Micrococcus concentricus und das Bacterium pyocyaneum an. Weitere Mitteilungen halte ich für unnötig.

Zum Schluß will ich noch ganz kurz über einen Versuch berichten, den ich unternahm, um zu sehen, ob die Streptokokken in kariösen Herden, wenn man sie nicht vorher auf einem künstlichen Nährboden gezüchtet hat, direkt imstande sind, Allgemeinerkrankungen von der Bauchhöhle der Meerschweinchen aus zu erzeugen. Gleichzeitig sollte untersucht werden, ob an der Angabe von Lord: The etiology of actinomycosis (siehe Literaturverzeichnis) etwas Wahres ist, daß sich häufig in kariösen Zähnen Aktinomykoseerreger finden lassen.

Mein Versuch bestand darin, daß ich 6 Meerschweinchen am 10. Dezember 1912 aus 6 verschiedenen extrahierten kariösen Zähnen mit sterilem Exkavator entnommene Partikel, in je 6 ccm steriler physiologischer Kochsalzlösung aufgeschwemmt, in die Bauchhöhle injizierte. Die Meerschweinchen wurden 6 Wochen

lang beobachtet und von Zeit zu Zeit gewogen. Ihre Gewichtstabelle setze ich her:

Tabelle XIII.

Nr.	10. 12. 1912	12. 12.	14. 12.	16. 12.	20. 12.	23. 12.	27. 12.	31. 12.	7. 1. 1913	13. 1.	17. 1.	27. 1.
	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g
24	321	347	380	390	390	380	410	430	450	450	475	490
25	524	515	555	567	570	560	580	600	650	670	700	740
26	385	397	435	430	410	420	450	470	490	512	530	600
28	330	350	380	400	390	380	400	420	445	470	490	500
29	346	367	390	400	410	390	420	420	440	460	480	500
30	403	395	430	435	430	430	430	440	460	475	500	538

Sie zeigt, daß die Tiere alle an Gewicht zunahmen. Keines war deutlich nach der Injektion erkrankt. Bei keinem ergab die Sektion aktinomykotische oder sonstige Krankheitsveränderungen.

III. Teil.

Wie verhalten sich meine Ergebnisse über den Karieserreger zu den Angaben der Literatur?

Meine Versuche wurden angestellt, ohne daß ich mich vorher eingehender mit der Literatur beschäftigt hatte. Ein großer Teil der älteren Literaturangaben ist den heutigen Anforderungen nicht mehr entsprechend, und ich darf für die Aufzählung dieser Arbeiten, auf die Darstellung in den üblichen Lehrbüchern der Zahnheilkunde, speziell auch auf die ausführliche Darstellung von Professor Michel in den „Ergebnissen der gesamten Zahnheilkunde", III. Jahrgang, 5. Heft, 1913, verweisen. Nur zu einer Anzahl neuester Arbeiten, die mikroskopisch und kulturell gleichzeitig durchgeführt sind, will ich kurz Stellung nehmen. Zunächst stimmen meine Ergebnisse durchaus mit denen der Sieberthschen Arbeit 1900 überein, der im Laboratorium von Heim durch sorgfältige mikroskopische und bakteriologische Untersuchung in der erkrankten Pulpa regelmäßig Streptokokken fand. Seine Einteilung der gefundenen Streptokokken wird sich

heute kaum mehr aufrecht erhalten lassen, wenigstens kann ich es unterlassen, zu derselben Stellung zu nehmen. In der Arbeit ist wohl die Vermutung ausgesprochen, es möchten die gefundenen Pulpitisstreptokokken auch bei der Karies eine Rolle spielen und auch eine Angabe gemacht, daß er in den tiefsten Schichten kariösen Dentins Streptokokken gefunden hat. Er scheint aber immer Zähne untersucht zu haben, bei denen schon die Pulpa krank war, so daß also die Möglichkeit vorliegt, daß das Dentin von der Pulpa aus infiziert worden ist. Weiter hat er sich mit der Kariesfrage nicht beschäftigt.

Kurz bevor Herr Professor Lehmann über unsere Forschungen im Juli 1913 in der Würzburger physikalisch-medizinischen Gesellschaft referierte, ist eine Arbeit von Baumgartner erschienen, die uns erst einen Tag vor dem Vortrag im Referat Zent. f. Bakteriologie, Bd. 56, 16, 489, bekannt wurde und die in der Wien. klin. Woch. 1913, Nr. 5, S. 178, publiziert ist. Diese Arbeit war Herrn Professor Lehmann und mir bei unseren Studien vollkommen unbekannt geblieben. Im wesentlichen waren unsere Studien Januar 1913 abgeschlossen. Die Arbeit von Baumgartner ergänzt meine Untersuchungen auf das erfreulichste. Baumgartner hat ausschließlich Schnitte durch kariöse Zähne angefertigt, nachdem er sie mit Salpetersäure entkalkt und in Methylalkohol-Zelluloidinlösung eingebettet hatte. Ich habe keine derartigen Schnittfärbungen angestellt, weil meine Färbungsversuche von Auskratzproben einwandfreie Resultate zu geben schienen. Ich würde Schnitte angefertigt haben, wenn ich in den gefärbten Präparaten eine Bakterienart, besonders ein Stäbchen häufig gefunden hätte, das in Kulturen nicht gewachsen wäre. Da dies nicht der Fall war, so gewann ich die Überzeugung, daß meine Kulturen die tatsächlich in den tiefen Schichten vorhandenen Mikroorganismen immer zur Entwicklung brachten und daß ich keine Veranlassung hätte, nach weiteren Karieserregern zu suchen.

In der Arbeit von Erich Baumgartner „Die tierischen und anaeroben pflanzlichen Protisten in der Mundhöhle des Menschen“ steht über unsere Angelegenheit nur folgendes: Auf Seite 734

unten wird geschildert und abgebildet, wie Protozoen in den Zahnschmelz eindringen. Es heißt dann nur: „mit wenigen Mikren ist der Aktionsradius dieser Mikroben begrenzt, sie werden offenbar bald von den Bakterien, unter denen wieder Kokken allen voraneilen, verdrängt. Das Vernichtungswerk, die Karies des Schmelzes, wird dann von diesen fortgesetzt. In Schnitten, in denen die Schmelzprismen quer getroffen sind, sieht man an derartigen Stellen entweder nur die organischen Bestandteile des Schmelzes von Kokken erfüllt, oder man findet auch die Prismen teilweise oder ganz von denselben durchwuchert. Die Schmelzkaries erscheint dann als Streptomykose". Dies ist alles, was an dieser Stelle steht. Drei Photogramme bei 1200 facher Vergrößerung erscheinen in der Reproduktion wenig deutlich. Zu der Ansicht, daß Protozoen beim Entstehen der Karies beteiligt seien, kann ich keine Stellung nehmen. Die von mir nachgewiesenen Sprünge machen es den Streptokokken und etwaigen Protozoen jedenfalls leicht, durch dieselben in die Zähne einzudringen.

Zusammenfassung der Ergebnisse meiner Arbeit.

I. Schmelzsprünge.

1. Die Zähne der Rinderföten besitzen einen für Farblösungen mehr oder wenig durchlässigen Schmelz.

2. Die Zahnhalsgegend der Rinderfötuszähne ist für Farblösungen besser durchlässig als jeder andere Teil der Zahnkrone.

3. Bei Zähnen, die erst mit halber Zahnkrone im Munde stehen und noch keinerlei Abkauung aufweisen, treten Sprünge auf, die sich zum großen Teil an Stellen befinden, die mit dem Kauakt nicht in Berührung stehen.

4. Die Tiefe der Sprünge ist meist gering, tiefere sind selten.

5. Neben den Sprüngen fand ich bei Rinderzähnen, die erst kurze Zeit im Kaugebrauch stehen, noch Schmelzabsprengungen und Abkauungen, die das Dentin freilegen.

6. Mit dem Alter ist eine Zunahme der Sprünge, Schmelzabsprengungen und der Abkauung zu verzeichnen.

7. Die Sprünge verteilen sich über die ganze Zahnkrone.

8. Bei Reh-, Hammel- und Katzengebissen machte ich dieselben Feststellungen. Bei stärkerer Vergrößerung werden noch feinste Sprünge in überraschender Zahl sichtbar.

9. Die Rinderzähne sind sehr widerstandsfähig gegen Einwirken von großer Wärme, die Sprünge können nicht entstanden sein durch Einwirkung von kalt und warm.

Beweis: 1. Den Rinderfötuszähnen schadete flüssiger Siegellack nichts. (Siehe Versuche.) 2. Rehe fressen keine heiße Nahrung.

10. Menschenzähne zeigen Sprünge in allen von mir untersuchten, auch äußerlich intakt aussehenden Gebissen.

11. Auch bei den Menschenzähnen sind die Sprünge über die ganze Zahnkrone verteilt und befinden sich zum sehr großen Teile an Stellen, die mit beim Kauakt wenig beteiligt sind.

12. Bei Menschengebissen fand ich ebenfalls Schmelzabsprengungen und physiologische Abkauung, die das Dentin freilegt.

13. Die meisten Sprünge finden sich bei Zähnen, die ein glasähnliches Aussehen haben.

II. Bakteriologie der Karies.

Bei der Untersuchung kariöser Herde ist es zweckmäßig resp. notwendig:

1. Nur Zähne zu verwenden mit gesunder Pulpa und möglichst kleinem Kariesherd.

2. Eingedenk zu sein, daß durch Sprünge Bakterien und Desinfektionsmittel bei der Untersuchung eindringen können.

3. Am besten ist es, den kariösen Herd und das Foramen apicale bei der Untersuchung der tiefsten kariösen Schichten mit Siegellack zu verschließen, den Zahn zu sprengen und dann, ohne durch die oberflächlichen kariösen Schichten durchzugehen, gleich die tiefsten kariösen Schichten zu untersuchen.

4. Als sehr vorteilhaft für die Untersuchung der tiefsten kariösen Schichten hat sich folgende Methode bewährt: Der Zahn wurde mit Ausschluß des kariösen Herdes mit Siegellack umgeben. Mit stets frisch sterilisiertem Exkavator wurden die

einzelnen Teile des kariösen Herdes nach der Tiefe zu vordringend untersucht und durch mikroskopische Bilder die Bakterienflora betrachtet. Von dem scheinbar gesunden Dentin wurden aus verschiedenen Tiefen Plattenkulturen angelegt.

5. In der tiefsten kariösen Schicht fand ich fast ausnahmslos Streptokokken (nur zweimal vergesellschaftet mit dem Micrococcus pyogenes aureus).

6. Zur Züchtung von Bakterien aus tiefster kariöser Schicht eignen sich von den gebräuchlichen Nährböden am besten Glyzerin- und Traubenzuckeragar. Ich ziehe den Traubenzuckeragar dem Glyzerinagar vor.

7. Am schnellsten entwickeln sich die Streptokokken auf 2% und 4% Traubenzuckerbouillon.

8. Die von mir untersuchten Streptokokken bildeten alle Säuren (2000 Titrierungen), die zwischen 0,6 bis 5 ccm n/10 NaOH auf 10 ccm Traubenzuckerbouillon schwankten. Dabei starben sie in 3—5 Tagen.

9. Setzte man 1 g $CaCO_3$ zu 50 ccm Zuckerbouillon, so wurde mehr Säure, d. h. ausreichende Mengen, um bis 242 mg Karbonat zu lösen, gebildet und die Kulturen lebten bis 12 Tage.

10. Die größte Säuremenge wurde auf 2% und 4% Traubenzuckerbouillon gebildet.

11. Größere Säuremengen als die von meinen Streptokokken gebildeten konnte ich weder bei Abimpfung ganzer kariöser Herde noch bei Übertragung erkrankter Pulpen auf Traubenzuckerbouillon feststellen.

12. Die Streptokokken aus tiefster kariöser Zahnschicht sind wenig pathogen.

13. Injektionen ganzer kariöser Herde, auch gangränöser, intraperitoneal erzeugten bei Meerschweinchen keine Krankheiten.

Nachschrift.

Nachdem meine Arbeit Ende Juli 1914 an das Archiv für Hygiene eingesandt worden war, teilte Herr Geheimrat Professor Dr. v. Gruber Herrn Professor Lehmann mit, daß in seinem Institut im Jahre 1911 eine Arbeit von Alfred Kantorowicz ausgeführt sei; dieselbe ist unter dem Titel: Bakteriologische und histologische Studien über die Karies des Dentins erschienen im Verlag von Georg Thieme in Leipzig zur Erlangung der Venia legendi an der Universität München. Infolge des Krieges ist es mir erst Ende Dezember 1914 möglich geworden, zu dieser Arbeit Stellung zu nehmen und leider unmöglich, im Augenblick weitere Versuche zu machen.

Die Arbeit von Kantorowicz zerfällt in einen bakteriologischen Teil, der sich mit den Erregern der Karies beschäftigt, und in einen histologischen Teil, der sich mit der feineren Mikroskopie kariöser Zähne abgibt. Über Sprünge im Dentin habe ich keine Angaben gefunden. Da ich gar keine histologischen Untersuchungen am Zahn vorgenommen habe, so lasse ich den Abschnitt, der sich damit beschäftigt, bei meiner Besprechung im folgenden vollständig außer acht. Kantorowicz hat gerade diesem Teil der Arbeit besonders viel Sorgfalt gewidmet. Nur will ich erwähnen, daß er auch einige Photogramme von infizierten Zahnkanälchen gibt. Soweit sich nach denselben etwas Bestimmtes sagen läßt, hat er teils Kokken, teils kurze Stäbchenformen in den infizierten Zahnkanälchen gefunden.

Im bakteriologischen Teil beschreibt Kantorowicz als typische Organismen der tiefen kariösen Schichten den Streptokokkus a und Streptokokkus b, den früher von Goadby[1]) beschriebenen und von ihm selbst häufig gefundenen Bacillus necrodentalis in 3 Varietäten, endlich Staphylokokken. In Übereinstimmung mit meinen Untersuchungen findet er die Staphylokokken seltener als die Streptokokken und Stäbchen. Er hat

1) The mycology of the mouth 1903. Diese nach Kantorowiczs Darlegungen wichtige Arbeit ist mir nicht bekannt gewesen.

sie auf keiner Platte vermißt. In meinen Untersuchungen, die sich nur mit den tiefsten Schichten beschäftigten, waren sie entschieden viel seltener als die Streptokokken. Gleich mir findet er Streptokokken als die häufigsten Bewohner der tiefen Schichten, zuweilen hat er sie in Reinkulturen gefunden. Er unterscheidet 2 Arten des Streptokokkus — a und b —, die man manchmal als Reinkultur, zuweilen aber auch zu gleichen Teilen gemischt in den tiefen Schichten finde. Zur Charakteristik benutzt er die üblichen Merkmale. Der Strept. a bildet nach ihm auf der Agarplatte kreisrunde, ganz scharf abgesetzte Kolonien mit stark lichtbrechendem Rand, das Innere der Kolonie ist braun bis braunschwarz, zuweilen direkt undurchsichtig, die Oberfläche trocken, die Konsistenz knorpelig. Beim Abimpfen schiebt sich die ganze Kolonie über den Agar, ohne zu zerbröckeln. Mikroskopisch ist der Organismus außerordentlich verschieden, je nach dem Nährboden. In Traubenzuckerbouillon bildet er Ketten mit bis 15, 20 und 25 Gliedern. Nie sehr lange Ketten. Die einzelnen Glieder sind bald rund, bald länglicher und liegen oft paarweise zusammen. Im Kondenswasser der Agarkultur, das klar ist, entsteht ein kompakter Bodensatz, der, aufgewirbelt, sich wieder setzt. Stamm a erschien wenig mäusepathogen. Kein Tier ist nach subkutaner Injektion gestorben, höchstens erkrankt.

Der Streptokokkus b hat im Gegensatz dazu vor allem kreisrunde, helle, flache Kolonien, eine innere Zeichnung (mittelfeine Körnung) ist zu erkennen. Nach 48 Stunden werden auch diese Kolonien dunkel. Die Kolonie ist weich, nicht zäh, und läßt sich beim Abimpfen gut mit der Nadel verteilen. Im Kondenswasser des Agarstrichs flockiger Bodensatz, der, aufgeschüttelt, gleichmäßig trüb bleibt und sich nicht absetzt. Andere wesentliche Unterschiede sind nicht angegeben. Durch Stamm b sind nach 24 Stunden Mäuse zuweilen gestorben nach Injektion einer Öse, zuweilen war ½ Röhrchen wirkungslos.

Eine Identifizierung dieser beiden Formen mit den in der Literatur beschriebenen ist Kantorowicz auch nicht recht gelungen. Er scheint auch Formen gefunden zu haben, die zwischen den beiden Formen a und b vermitteln, doch sollen durch Kultur die

Stämme nicht ineinander übergehen. Er faßt sie als Formen des Streptococcus pyogenes auf, meint, der Name Streptoc. necrodentalis wäre wohl praktischer, und glaubt, a als Varietas conglomerata, b als Varietas turbida bezeichnen zu können. — Die Milchstreptokokken werden bei diesen Betrachtungen nur gestreift, der Streptoc. lanceolatus nicht erwähnt.

Soweit dürften unsere Befunde in befriedigender Weise in Einklang miteinander stehen. Ich habe keine so deutlichen Unterschiede in der Konfiguration der Kondenswassersedimente beobachtet, daß ich zwei Formen hätte darauf gründen können und dafür andere Merkmale zur Differentialdiagnose zwischen den isolierten Stämmen benutzt, ohne damit viel weiter zu kommen. Dagegen habe ich mit Verwunderung gesehen, daß Kantorowicz neben den Streptokokken in tieferen Kariesschichten, allerdings weniger häufig als diese (20 bis 40% Bakterien neben 80 bis 60% Streptokokken), noch einen Bac. necrodentalis gefunden hat, der wie die Streptokokken in Milch stark Säure bildet, grampositiv ist und sich als kurze Stäbchen, die meist zu Fäden aneinander gereiht sind, präsentiert. Solche Fäden sind abgebildet. Es sind häufig 30 bis 50 Glieder von Kantorowicz beobachtet. Das Wachstum auf den Nährböden ist ein kümmerliches und langsames. Es verursacht keine Gelatineverflüssigung. Das Wachstum ist auch anaerob und hat, mit einem Wort gesagt, nach den Photogrammen wie nach der Beschreibung des Aussehens der Kulturen eine große Ähnlichkeit mit den Streptokokken, wie auch die Stelle S. 15 vorletzter Absatz beweist.

Herr Professor Lehmann machte mich nun darauf aufmerksam, daß sich hinter diesem necrodentalis höchstwahrscheinlich der Organismus verbirgt, der schon so viele Namen erhalten hat, der von Lehmann-Neumann als Bact. Güntheri bezeichnet ist, weil er in einer sorgfältigen Arbeit von Günther zuerst ausführlich beschrieben, aber nicht benannt wurde, für den Leichmann den Namen Bac. lactis acidi vorgeschlagen hat und den Kruse in neuerer Zeit als Streptoc. lactis bezeichnete. Lehmann und Neumann bezeichnen ihn gegenwärtig als Strept. acidi lactici Grotenfeld, weil sie in

der Beschreibung Grotenfelds die älteste Erwähnung dieses Organismus sehen. Der Organismus zeigt Gliederformen vom Kokkus bis zum ziemlich langen Stäbchen. Es ist dieser Organismus jedenfalls der wichtigste Säurebildner in der Milch. Er unterscheidet sich von der ganzen Koligruppe durch seine starke positive Gramfärbbarkeit und bildet ganz entschieden einen Übergang von den Streptokokken zu den Bakterien. Wenn die sehr wahrscheinliche Vermutung von Herrn Professor Lehmann richtig ist, so ist es Kantorowicz gelungen, in den Zähnen nicht nur säurebildende Streptokokken in 2 Formen zu finden, sondern auch den Streptococcus acidi lactici in seiner Stäbchenform häufiger nachzuweisen.

Es ist mir nicht recht verständlich, warum in meinen Kulturen solche grampositive Stäbchen nicht auch aufgetreten sind. Vielleicht habe ich sie übersehen, vielleicht Nährböden verwendet, auf denen die Kugelform begünstigt ist. Es ist müßig, sich jetzt darüber in Vermutungen zu ergehen. Es soll in weiteren Untersuchungen im Hygienischen Institut Würzburg dieser Frage weiter nachgegangen werden. Die Arbeit von Kantorowicz und die meinige stehen nirgends in direktem Widerspruch. Sicher bin ich, daß, wenn ich mich nicht so auf die tiefsten Schichten beschränkt hätte, ich Staphylokokken noch häufiger gefunden hätte.

Den Organismen, welche die Auflösung der kollagenen Stoffe der infizierten Zähne besorgen, bin ich nicht weiter nachgegangen. Ich habe mich beschränkt auf die Pioniere der Karies und hier in erster Linie wie Kantorowicz säurebildende Streptokokken gefunden. Sicher nehmen an der Zerstörung der Zähne in den oberen Schichten noch mannigfache andere Organismen teil, Goadby hat Gelatine verflüssigende Organismen, Bazillen der Mesenteriusgruppe und Proteusarten isoliert, Kantorowicz gelatinelösende Fermente nachgewiesen. Interessant ist, daß dieselben nur in den oberen, nicht in den unteren Schichten des kariösen Dentins zu finden waren.

Literaturverzeichnis.

1. Versuche zur Abgrenzung des Streptococcus acidi lactici von Streptococ. pyogenes und Streptococcus lanceolatus von Dr. Yoichiro Saito aus Hakodate (Japan). Arch. f. Hyg. Bd. 75, 1912.
2. Die Mikroorganismen der kranken Zahnpulpa. Von Otto Sieberth, Erlangen 1900, Inaug.-Diss.
3. Ergebnisse der gesamten Zahnheilkunde, III. Jahrg., V. Heft, Wiesbaden, Verlag Bergmann, 1913.
4. Bakteriologische Diagnostik Lehmann-Neumann. Verlag J. F. Lehmann, München 1912.
5. Lehrbuch der Bakteriologie von Ludwig Heim. Stuttgart, Verlag Emke, 1913.
6. Quantitative Bestimmungen über den Säuregehalt des Speichels und den Einfluß verschiedener Nahrungsmittel auf denselben. Inaug.-Diss., Würzburg 1910, Roland Holz.
7. Primäre Tuberkulose der Mundschleimhaut und des Unterkiefers nach Zahnextraktion (Deutsche med. Wochenschr. 1911, S. 124). Zent. f. Bakt. Ref. Bd. 50.
8. Moeller, Die Mundhöhle als Eingangspforte für Tuberkulose. (Deutsche zahnärztl. Ztg. Jahrg. X, 1911, Nr. 8, S. 117.) Zent. f. Bakt. Ref. Bd. 50, S. 344.
9. Lord, The etiology of actinomycosis. (Journ. of the American med. Ass. Vol. LV, 1910, Nr. 15, p. 1261.) Zent. f. Bakt. Bd. 49, S. 171.
10. Scheff, Handbuch der Zahnheilkunde, Bd. I, 1909, Verlag Hölder, Leipzig.
11. Verhütung der Zahnkaries und Mundsepsis von Pickerill (Otago), übersetzt ins Deutsche von Neumann in Wien. Verlag Meusser, Berlin 1913.
12. Miller, Die Mikroorganismen der Mundhöhle. Leipzig 1892, G. Thieme.
13. Baumgartner, Die Zahnkaries — eine Streptomykose. (Wien. klin. Wochenschrift 1913, Nr. 5, S. 178) und Zentralblatt für Bakteriologie, Referate Bd. 58, Nr. 16, S. 489.

Mein Lebenslauf.

Ich, Kurt Wilhelm Alfred Niedergesäß, wurde am 16. Oktober 1890 zu Modlau, Kreis Bunzlau in Schlesien, als der Sohn des Kaufmanns Wilhelm Niedergesäß und seiner Ehefrau Emilie geb. Franke geboren. Ich besuchte zuerst die Bürgerschule zu Primkenau, Kreis Sprottau in Schlesien, darauf die Gymnasien zu Glogau und Liegnitz. Michaelis 1909 wandte ich mich dem Studium der Zahnheilkunde zu und studierte die ersten beiden Semester in Breslau, wo ich die Professoren Riegner und Bruck hörte. Mein drittes Semester arbeitete ich in Leipzig unter den Professoren der Zahnheilkunde Dependorf und Pfaff. Im 4. Semester bezog ich die Universität Rostock, wo ich zu meinen Lehrern Reinmoeller und Wolters zählen durfte. Außerdem besuchte ich Ferienkurse in Kiel unter Professor Hentze, um dann im 5. und 6. Semester in Würzburg unter Michel, Enderlen und Lehmann zu arbeiten. Am 4. November 1912 bestand ich mein zahnärztliches Staatsexamen in Würzburg mit „sehr gut". Da ich mich schon während meiner Studienzeit für Naturwissenschaften interessierte, gestattete mir Herr Geheimrat Professor Dr. Kraus, Direktor des Botanischen Instituts zu Würzburg, nach Ablegung eines botanischen Vorexamens mit Note I, unter Leitung von Herrn Professor Dr. K. B. Lehmann die Arbeit: „Anatomische, bakteriologische und chemische Untersuchungen über die Entstehung der Zahnkaries" in Angriff zu nehmen. Ich habe mich seit 4. Nov. 1912 bis 19. Febr. 1914 nur mit dieser Arbeit beschäftigt. Ich hörte die Professoren Boveri, Kraus, Lehmann, Regel, Wien.

Würzburg, den 19. Februar 1914.

K. Niedergesäß,
approb. Zahnarzt.